NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO AGRARIA - SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 6

RENZO CANDUSSIO

CONTRIBUTO ALLE RICERCHE SULLA CONCIMAZIONE FOSFO - AZOTATA IN TERRENO FERRETTIZZATO

NUOVI STUDI
DELLA
STAZIONE CHIMICO AGRARIA - SPERIMENTALE DI UDINE

PUBBLICAZIONE N. 6

RENZO CANDUSSIO

CONTRIBUTO ALLE RICERCHE SULLA CONCIMAZIONE FOSFO - AZOTATA IN TERRENO FERRETTIZZATO

CONTRIBUTO ALLE RICERCHE SULLA CONCIMAZIONE FOSFO-AZOTATA IN TERRENO FERRETTIZZATO

La prova fattoriale di concimazione fosfo-azotata, di cui vien riferito in questa nota, aveva lo scopo principale di accertare la risposta della coltura di frumento alla concimazione fosforica in terreno ferrettizzato. Come tale la prova stessa rientra in un più vasto quadro di ricerche, iniziate già da qualche anno dalla Stazione Chimico Agraria Sperimentale di Udine, sui metodi di valutazione del fabbisogno fosforico dei terreni. Data la impostazione particolare della prova (interazione fosforo-azoto e modalità di distribuzione del concime azotato) si è creduto opportuno di riferire sui risultati di essa escludendo però la elaborazione, la discussione e l'interpretazione di quei dati che interessano invece il tema principale della prova (rispondenza dei metodi chimici per la valutazione del fabbisogno fosforico) e che pertanto vengono rimandati ad altra più ampia trattazione unitamente ai risultati di altre analoghe prove.

La nota è stata redatta secondo il seguente piano:

— Il terreno e i precedenti agronomici.
— Impostazione ed esecuzione della prova.
— Le produzioni in granella: analisi e discussione dei risultati. Valutazione del tornaconto economico.
— Effetto della concimazione fosforica e azotata sulla produzione di sostanza secca, sulle varie parti delle piante, su alcune caratteristiche della granella.
— Effetto della concimazione sul contenuto in anidride fosforica delle piante. Asportazioni.
— Considerazioni conclusive.

Il terreno e i precedenti agronomici

La scelta del terreno, in considerazione dello scopo della prova, doveva essere basata su questi criteri: terreno ferrettizzato che avesse scarsa fertilità chimica (principalmente nei riguardi dell'anidride fosfo-

rica), che fosse il più possibile naturale nel senso che si trovasse poco modificato da un periodo di precedenti pratiche agronomiche, la cui storia agronomica fosse perfettamente nota, e, che, naturalmente, si prestasse all'esecuzione della prova (distanza delle alberature, sistemazione, uniformità del suolo e del sottosuolo, dimensioni dell'appezzamento, ecc.). A tutte queste esigenze rispose completamente l'appezzamento scelto a Zompicchia di Codroipo nella pianura del Medio Friuli Centrale.

Il terreno era ricoperto da prato naturale stabile asciutto e venne dissodato nel 1951 a seguito della sopraggiunta possibilità di renderlo irriguo.

La storia agronomica è brevemente illustrata dai dati del prospetto n. 1.

Prospetto n. 1

PRECEDENTI AGRONOMICI DEL TERRENO DI PROVA

Anno	Coltura	Concimazioni				Produzioni medie Q.li/ha
		organica letame	fosforica P_2O_5 Kg/ha	potassica K_2O Kg/ha	azotata N Kg/ha	
1951	prato naturale stabile (asciutto)	nessuna	nessuna	nessuna	nessuna	—
1952	mais (irriguo)	nessuna	100	100	60	40
1953	mais (irriguo)	nessuna	100	100	60	40
1954	grano	nessuna	100	100	60	25

Le principali caratteristiche fisiche e chimiche del terreno sono riportate nel prospetto n. 2.

Per l'estrazione degli elementi assimilabili venne usato il metodo Morgan (reattivo aceto-acetico tamponato a pH 4.8; mezz'ora di contatto in agitazione). L'anidride fosforica venne determinata colorimetricamente (con colorimetro fotoelettrico Lange con cellula di compensazione) per ceruleo-molibdimetria con riducente stannoso; l'ossido di potassio venne determinato per via sedimetrica con cobaltinitrito sodico.

Le analisi sono state eseguite su un campione medio per una profondità di 25-30 cm.

SCHEMA DELLE VARIANTI IN PROVA

Prospetto n. 3

			P_0 P_2O_5 Kg/ha 0		P_1 P_2O_5 Kg/ha 100		P_2 P_2O_5 Kg/ha 200	
senza azoto	N_0 presemina: N (NH_4) Kg/ha 0 copertura: N (NO_3) Kg/ha 0	N Kg/ha 0	N_0P_0	1	N_0P_1	2	N_0P_2	3
azoto distribuito parte pre-semina e parte in copertura	N_{1m} presemina: N (NH_4) Kg/ha 20 copertura: N (NO_3) Kg/ha 30	N Kg/ha 50	$N_{1m}P_0$	4	$N_{1m}P_1$	5	$N_{1m}P_2$	6
	N_{2m} presemina: N (NH_4) Kg/ha 40 copertura: N (NO_3) Kg/ha 60	N Kg/ha 100	$N_{2m}P_0$	7	$N_{2m}P_1$	8	$N_{2m}P_2$	9
	N_{3m} presemina: N (NH_4) Kg/ha 50 copertura: N (NO_3) Kg/ha 100	N Kg/ha 150	$N_{3m}P_0$	10	$N_{3m}P_1$	11	$N_{3m}P_2$	12
azoto distribuito tutto in copertura	N_{1c} presemina: N (NH_4) Kg/ha 0 copertura: N (NO_3) Kg/ha 50	N Kg/ha 50	$N_{1c}P_0$	13	$N_{1c}P_1$	14	$N_{1c}P_2$	15
	N_{2c} presemina: N (NH_4) Kg/ha 0 copertura: N (NO_3) Kg/ha 100	N Kg/ha 100	$N_{2c}P_0$	16	$N_{2c}P_1$	17	$N_{2c}P_2$	18
	N_{3c} presemina: N (NH_4) Kg/ha 0 copertura: N (NO_3) Kg/ha 150	N Kg/ha 150	$N_{3c}P_0$	19	$N_{3c}P_1$	20	$N_{3c}P_2$	21

I numeri in neretto indicano le tesi corrispondenti ai singoli trattamenti (varianti).

Prospetto n. 2

PRINCIPALI CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DEL TERRENO

Analisi fisico-meccanica:		
su 1000 parti di terra secca all'aria:		
scheletro		326
terra fina (a 1 mm)		674
su 100 parti di terra fina (1 mm) secca all'aria:		
particelle del diam. da 1 mm a 0.02 mm		62.43
» » » da 0.02 a 0.002 mm		29.23
» » » inferiore a 0.002 mm		8.34
Reazione (pH)		7.54
Analisi chimica:		
su 100 parti di terra fina (1 mm) secca all'aria:		
azoto totale	g.	0.280
sostanza organica (N×20)	g.	5.600
calcare	pratic.	assente
anidride fosforica (P_2O_5) sol. in HNO_3 conc. boll.	g.	0.136
ossido di potassio (K_2O) assimilabile (Morgan) (pari a Kg/ha 120)	mg.	4.00
anidride fosforica (P_2O_5) assimilabile (Morgan (pari a Kg/ha 21)	mg.	0.71

E' un terreno ferrettizzato povero di potassa e di anidride fosforica assimilabili, non molto fornito di azoto totale, di scarsissima potenza e poggiante su sottosuolo ghiaioso. La povertà del terreno risulta ancora maggiore se si considerano i contenuti riportati al terreno naturale avente un'alta percentuale di scheletro.

IMPOSTAZIONE ED ESECUZIONE DELLA PROVA

I trattamenti provati risultarono dalla combinazione di quattro dosi di azoto e tre dosi di fosforo: in totale dodici trattamenti.

Le parcelle principali N × P vennero suddivise in parcelle sussidiarie (split-plot) per la valutazione dell'effetto delle modalità di distribuzione del concime azotato. Vennero indicati: con N_m i trattamenti azotati con distribuzione del concime parte presemina sotto forma ammoniacale e parte in copertura sotto forma nitrica; con N_c quelli con distribuzione del concime tutto in copertura sotto forma nitrica.

Si ebbero pertanto in prova 21 varianti secondo lo schema del prospetto n. 3.

QUANTITA' DI CONCIMI, NUMERO E DATE DELLE NITRATATURE *Prospetto n. 4*

Tesi	Trattamento	perfosfato minerale 19/21	sale potassico 40/42	solfato ammonico 19/21	nitrato di calcio 15% in copertura							
					6/12	21/12	11/1	22/1	8/2	1/3	17/3	In totale
		ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha	ql/ha
1	$N_0 P_0$	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	$N_0 P_1$	5.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	$N_0 P_2$	10.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	$N_{1m} P_0$	—	3.0	1.0	0.65	—	0.65	—	0.70	—	—	2.00
5	$N_{1m} P_1$	5.0	3.0	1.0	0.65	—	0.65	—	0.70	—	—	2.00
6	$N_{1m} P_2$	10.0	3.0	1.0	0.65	—	0.65	—	0.70	—	—	2.00
7	$N_{2m} P_0$	—	3.0	2.0	0.65	0.65	0.70	—	1.00	1.00	—	4.00
8	$N_{2m} P_1$	5.0	3.0	2.0	0.65	0.65	0.70	—	1.00	1.00	—	4.00
9	$N_{2m} P_2$	10.0	3.0	2.0	0.65	0.65	0.70	—	1.00	1.00	—	4.00
10	$N_{3m} P_0$	—	3.0	2.5	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.65
11	$N_{3m} P_1$	5.0	3.0	2.5	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.65
12	$N_{3m} P_2$	10.0	3.0	2.5	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.65
13	$N_{1c} P_0$	—	3.0	—	0.65	—	0.70	—	1.00	1.00	—	3.35
14	$N_{1c} P_1$	5.0	3.0	—	0.65	—	0.70	—	1.00	1.00	—	3.35
15	$N_{1c} P_2$	10.0	3.0	—	0.65	—	0.70	—	1.00	1.00	—	3.35
16	$N_{2c} P_0$	—	3.0	—	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.65
17	$N_{2c} P_1$	5.0	3.0	—	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.65
18	$N_{2c} P_2$	10.0	3.0	—	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.65
19	$N_{3c} P_0$	—	3.0	—	0.65	1.00	1.35	1.50	1.50	2.00	2.00	10.00
20	$N_{3c} P_1$	5.0	3.0	—	0.65	1.00	1.35	1.50	1.50	2.00	2.00	10.00
21	$N_{3c} P_2$	10.0	3.0	—	0.65	1.00	1.35	1.50	1.50	2.00	2.00	10.00

I concimi usati furono: per il fosforo, perfosfato minerale 19/21%; per l'azoto ammoniacale, solfato ammonico 20%; per l'azoto nitrico, nitrato di calcio 15%.

Venne eseguita una concimazione potassica non differenziale (ossido di potassio Kg/ha 120).

Le quantità dei concimi, il numero e le date delle nitrature in copertura risultano dal prospetto n. 4.

La distribuzione dei concimi presemina venne effettuata a spaglio. I concimi vennero interrati con erpicature eseguite in croce.

Venne adottato lo schema statistico di distribuzione delle parcelle a blocchi randomizzati con quattro ripetizioni. La superficie parcellare (parcelle sussidiarie) risultò di mq 66 alla semina, ridotti poi a mq 50 (utili agli effetti dei computi di prova) alla mietitura (venne cioè eliminata una fascia, larga m 1, lungo il perimetro di ogni parcella allo scopo di evitare gli effetti di eventuali sovrapposizioni di concimi).

Prospetto n. 5

DATI METEOROLOGICI ATTINTI ALLA STAZIONE METEOROLOGICA DI POZZUOLO DEL FRIULI (SCUOLA TECNICA AGRARIA)

Mesi	Temperature in C°			Precipitazioni in mm
	minima	massima	media	
ottobre	7.8	18.9	13.4	84.0
novembre	4.8	12.8	8.8	76.4
dicembre	2.5	11.0	6.8	148.9
gennaio	2.1	8.6	5.0	52.8
febbraio	2.0	9.1	5.5	164.6
marzo	2.5	9.7	6.1	109.4
aprile	5.1	17.2	11.1	8.0
maggio	9.6	20.5	15.0	144.1
giugno	14.6	23.1	19.5	100.0

La semina venne eseguita il 18 ottobre 1954 con seminatrice a righe semplici distanti cm 17. Venne usato seme S. Pastore di origine, in ragione di Kg/ha 210. La nascita avvenne regolarmente il 27-28 ottobre. L'andamento climatico stagionale, illustrato dai dati del prospetto n. 5 (Stazione Meteorologica di Pozzuolo, la più vicina al campo di prova e distante da esso una diecina di Km), è stato favorevole alle colture di grano. La mietitura venne eseguita il 26 giugno 1955.

LE PRODUZIONI IN GRANELLA: ANALISI E DISCUSSIONE DEI RISULTATI.

VALUTAZIONE DEL TORNACONTO ECONOMICO

Le produzioni medie espresse in Q.li/ha di granella, con umidità standard del 14%, sono riportate nel prospetto n. 6 e disposte in ordine decrescente. Le differenze significative fra due medie di qualsiasi trattamento in prova sono risultate le seguenti:

a P 0.01	a P 0.05
Q.li/ha 6.0	Q.li/ha 4.5

Relativamente al controllo (N_0P_0) tutti i trattamenti contenenti N sono risultati significativamente superiori (a P 0.01): sono invece risultati statisticamente equivalenti al controllo i trattamenti contenenti solamente P (N_0P_1; N_0P_2).

Nel prospetto n. 7 sono indicate le rese degli effetti principali di N e di P e delle interazioni N $\times$ P. Le rese delle combinazioni di due trattamenti (per es. N_1 P_1; ecc.) risultano dalle rese di otto parcelle. Le produzioni N_0, N_1, N_2, N_3 derivano dalle rese medie di 24 parcelle (per es. N_1P_0, N_1P_1, N_1P_2, ciascuno di otto parcelle); le produzioni globali P_0, P_1, P_2 derivano dalle rese medie di 32 parcelle (per es. N_0P_0, N_1P_0, N_2P_0, N_3P_0, ciascuno di otto parcelle).

L'analisi statistica che segue è stata effettuata sulle produzioni parcellari di granella con l'umidità standard del 14%.

Effetti principali.

A. - *Effetto principale del fosforo* (vedere fig. 1): nullo.

Le differenze:

$$\Delta_{P_1-P_0} = \frac{(P_1 - P_0)}{\text{effetto della 1}^a \text{ dose}} = 0.2$$

$$\Delta_{P_2-P_1} = \frac{(P_2 - P_1)}{\text{effetto della 2}^a \text{ dose}} = 0.4$$

$$\Delta_{P_2-P_0} = \frac{(P_2 - P_0)}{\text{effetto di due dosi}} = 0.6$$

non sono significative (rapporto varianza calcolato = 0.51; rapporto varianza al limite P 0.05 = 3.27).

Perciò: $P_0 = P_1 = P_2$.

Ordine di merito	Trattamento		Tesi	Sostanze fertilizzanti				Rese in granella con il 14% di umidità	Indice di resa
				K_2O Kg/ha	N (NH_4) presemina Kg/ha	N (NO_3) copertura Kg/ha	P_2O_5 Kg/ha	q.li/ha	
1	N_{3c}	P_1	20	per tutti 120	0	150	100	34.6	206
2	N_{2c}	P_1	17		0	100	100	34.4	205
3	N_{2m}	P_1	8		40	60	100	34.4	205
4	N_{3m}	P_0	10		50	100	0	34.2	203
5	N_{2m}	P_0	7		40	60	0	32.3	192
6	N_{3c}	P_2	21		0	150	200	32.0	190
7	N_{2c}	P_2	18		0	100	200	31.8	189
8	N_{3m}	P_2	12		50	100	200	31.5	187
9	N_{2c}	P_0	16		0	100	0	31.0	184
10	N_{1c}	P_0	13		0	50	0	30.6	182
11	N_{2m}	P_2	9		40	60	200	30.3	180
12	N_{3c}	P_0	19		0	150	0	30.2	180
13	N_{1c}	P_2	15		0	50	200	29.4	175
14	N_{3m}	P_1	11		50	100	100	29.3	174
15	N_{1c}	P_1	14		0	50	100	28.6	170
16	N_{1m}	P_2	6		20	30	200	27.4	163
17	N_{1m}	P_0	4		20	30	0	26.8	159
18	N_{1m}	P_1	5		20	30	100	26.7	159
19	N_0	P_2	3		0	0	200	20.6	122
20	N_0	P_0	1		0	0	0	16.8	100
21	N_0	P_1	2		0	0	100	16.0	95
				Differenze significative a P 0.01 . . .				6.0	
				a P 0.05 . . .				4.5	

B. - *Effetto principale dell'azoto* (vedere fig. 2): altamente significativo oltre il limite P 0.01 (rapporto varianza calcolato = 164.67; rapporto varianza al limite P 0.01 = 4.40).

La differenza significativa fra due medie qualsiasi di N è:

a P 0.01	a P 0.05
Q.li/ha 2.0	Q.li/ha 1.5

La dose $N_1 > N_0$ a P 0.01; la dose $N_2 > N_1$ a P 0.01; la dose $N_3 = N_2$ al limite P 0.05; la dose $N_3 > N_1$ e N_0 a P 0.01.

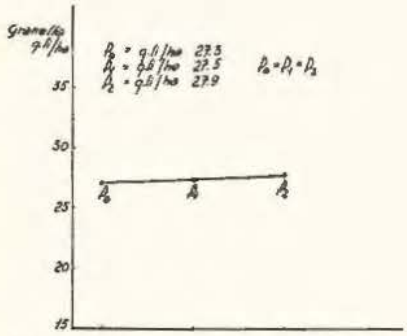

Fig. 1 - Effetto principale del fosforo

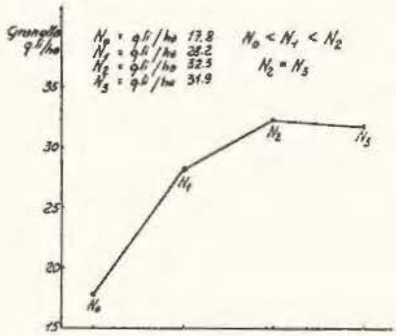

Fig. 2 - Effetto principale dell'azoto

La differenza:

$$\Delta = \frac{(N_1 - N_0)}{\text{effetto della } 1^a \text{ dose}} \quad \frac{(N_2 - N_1)}{\text{effetto della } 2^a \text{ dose}} \quad \frac{(N_3 - N_2)}{\text{effetto della } 3^a \text{ dose}} = 6.7$$

è significativa a P 0.01.

C. - *Effetto delle modalità di distribuzione dei concimi azotati:* nullo (rapporto varianza calcolato = 1.84; rapporto varianza al limite P 0.05 = 4.12).

$$\Delta_{c-m} = \frac{(N_c - N_m)}{\text{effetto della modalità di distribuzione}} = 0.8$$

L'azoto distribuito tutto in copertura ha avuto lo stesso effetto dell'azoto distribuito parte presemina e parte in copertura:

$$N_c = N_m$$

Interazione N × P.

L'interazione N × P è significativa al limite P 0.01. Le più piccole differenze significative fra due medie qualsiasi del prospetto n. 7 sono:

a P 0.05	a P 0.01
Q.li/ha 2.6	Q.li/ha 3.5

Dalla fig. 3 (interazione N × P) si può rilevare:

1. - Senza fosforo (curva P_0): $N_0<N_1$ (significativo a P 0.01); $N_1<N_2$ (significativo a P 0.05); $N_2<N_3$ (ma non significativo). La dose N_2 è probabilmente la migliore.

2. - Con fosforo (curva P_1): $N_0<N_1$ (significativo a P 0.01; $N_1<N_2$ (significativo a P 0.01); $N_2>N_3$ (ma non significativo). La dose N_2 è la migliore.

3. - Con fosforo (curva P_2): $N_0<N_1$ (significativo a P 0.01); $N_1<N_2$ (significativo a P 0.01); $N_2<N_3$ (ma non significativo). N_2 è la dose migliore.

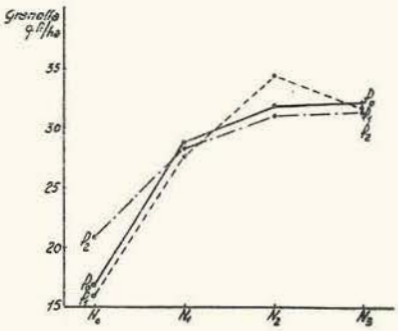

Fig. 3 - Interazione N x P

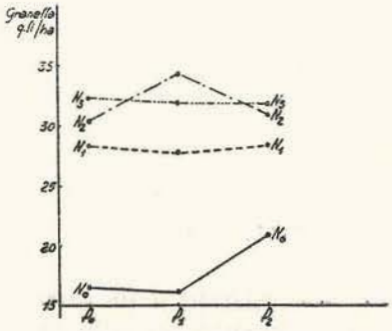

Fig. 4 - Interazione P x N

Dalla fig. 4 (interazione P × N) si può rilevare:

1. - Senza azoto (curva N_0): $P_0>P_1$ (ma non significativo; $P_1<P_2$ (significativo a P 0.01); $P_0<P_2$ (significativo a P 0.01). P_2 è la dose migliore.

2. - Con azoto (curva N_1): $P_0>P_1$; $P_1<P_2$; $P_0>P_2$ (tutti non significativi). Le tre dosi si equivalgono.

EFFETTI PRINCIPALI N E P ED INTERAZIONI N x P
(q.li/ha di granella con 14% di umidità)

		P_0	P_1	P_2	N
N_0	somma	134.4	128.2	166.0	428.6
	media	16.8	16.0	20.7	17.8
	indice	100	95	122	106
N_1	somma	229.4	221.6	227.3	678.3
	media	28.7	27.7	28.4	28.2
	indice	170	165	169	168
N_2	somma	253.1	275.2	248.3	776.6
	media	31.6	34.4	31.0	32.3
	indice	187	205	184	192
N_3	somma	257.7	255.6	253.8	767.1
	media	32.2	31.9	31.7	31.9
	indice	191	189	188	189
P	somma	874.6	880.6	895.4	2650.6
	media	27.3	27.5	27.9	27.6
	indice	162	163	166	164

3. - Con azoto (curva N_2): $P_0 < P_1$ (significativo a P 0.05); $P_1 > P_2$ (significativo a P 0.01); $P_0 > P_2$ (ma non significativo). La dose P_1 è la migliore.
4. - Con azoto (curva N_3): $P_0 > P_1$ e P_2 (ma non significativi). Le tre dosi si equivalgono.

Valutazione del tornaconto economico.

Nel prospetto n. 8 è illustrato il calcolo del tornaconto economico dei 21 trattamenti in prova. I trattamenti sono disposti in ordine decrescente relativamente agli eccedenti di utile.

I costi dei concimi, i ricavi delle produzioni, gli utili e gli eccedenti di utile sono espressi in migliaia di lire per ettaro.

L'utile indicato risulta dalla differenza fra il costo dei concimi (della concimazione differenziale) e il ricavo delle produzioni: è quindi al lordo di tutte le spese non differenziali (concime potassico, seme, spese colturali, ecc.).

La spesa per i concimi è conteggiata sui seguenti costi unitari (arrotondati):

solfato ammonico 20%	L. 4.000	il Q.le
nitrato di calcio 15%	» 4.000	» »
perfosfato minerale 19/21%	» 1.800	» »

La granella è stata calcolata a L. 7.000 il Q.le.

Le differenze significative, calcolate sugli utili delle produzioni parcellari,sono risultate di:

a P 0.01	a P 0.05
L./ha 38'000	L./ha 29'000

Perciò:

— tutti i trattamenti contenenti azoto sono risultati economicamente superiori (a P 0.01) al controllo;

— i trattamenti contenenti solamente fosforo (N_0P_1 e N_0P_2) sono risultati equivalenti al controllo;

— i primi tredici trattamenti del prospetto n. 8 (ossia i trattamenti che hanno dato il maggior utile economico) sono statisticamente equivalenti (a P 0.01) fra loro.

Discussione dei risultati.

Con l'analisi statistica descritta è stato messo in evidenza che:

a) l'effetto principale dell'anidride fosforica aggiunta (nelle dosi provate di Kg/ha 100 e 200) è stato nullo;

b) l'aggiunta di azoto è stata efficace fino alla dose N_2 (Kg/100 di

Ordine di merito	Trattamento	Tesi	Concimi distribuiti e loro costo: solfato ammonico 20% presemina		nitrato di calcio 15% copertura		perfosfato 20%		L/ha (*)	Produzioni e loro ricavo		Utile	Eccedente di utile
			Q.li/ha	L/ha (*)	Q.li/ha	L/ha (*)	Q.li/ha	L/ha (*)	Totale	Q.li/ha	L/ha (*)	L/ha (*)	
1	$N_{2m} P_1$	8	2	8	4	16	5	9	33	34.4	241	208	90
2	$N_{2c} P_1$	17	0	0	6.6	27	5	9	36	34.4	241	205	87
3	$N_{2m} P_0$	7	2	8	4	16	0	0	24	32.3	226	202	84
4	$N_{3m} P_0$	10	2.5	10	6.6	27	0	0	37	34.2	239	202	84
5	$N_{1c} P_0$	13	0	0	3.3	13	0	0	13	30.6	214	201	83
6	$N_{1c} P_2$	15	0	0	3.3	13	10	18	31	29.4	206	199	81
7	$N_{3c} P_1$	20	0	0	10	40	5	9	49	34.6	242	193	75
8	$N_{2c} P_0$	16	0	0	6.6	27	0	0	27	31.0	217	189	71
9	$N_{1c} P_1$	14	0	0	3.3	13	5	9	22	28.6	200	179	61
10	$N_{2c} P_2$	18	0	0	6.6	27	10	18	45	31.8	223	177	59
11	$N_{1m} P_0$	4	1	4	2	8	0	0	12	26.8	188	176	58
12	$N_{3c} P_0$	19	0	0	10	40	0	0	40	30.2	211	176	58
13	$N_{2m} P_2$	9	2	8	4	16	10	18	42	30.3	212	170	52
14	$N_{1m} P_1$	5	1	4	2	8	5	9	21	26.7	187	165	47
15	$N_{3m} P_2$	12	2.5	10	6.6	27	10	18	55	31.5	221	165	47
16	$N_{3c} P_2$	21	0	0	10	40	10	18	58	32.0	224	165	47
17	$N_{1m} P_2$	6	1	4	2	8	10	18	30	27.4	192	162	44
18	$N_{3m} P_1$	11	2.5	10	6.6	27	5	9	46	29.3	205	159	41
19	$N_0 P_2$	3	0	0	0	0	10	18	18	20.6	144	127	9
20	$N_0 P_0$	1	0	0	0	0	0	0	0	16.8	118	118	0
21	$N_0 P_1$	2	0	0	0	0	5	9	9	16.0	112	103	—15
							Differenze significative a			P 0.01 . . .		38	
										P 0.05 . . .		29	

(*) Il costo dei concimi, il ricavo delle produzioni e gli utili espressi in migliaia di lire per ettaro.

azoto); la dose N_3 (Kg/ha 150 di azoto) ha fornito produzioni equivalenti a quelle di N_2.

Al livello più basso di N (alla dose N_0) e di P (alla dose P_0, anidride fosforica di dotazione del terreno) un apporto di anidride fosforica non provoca nessun aumento di produzione mentre invece un apporto di azoto aumenta la produzione. Perciò: l'anidride foforica « assimilabile » di dotazione del terreno (livello P_0) è sufficiente fino alla produzione della dose N_3; l'azoto rappresenta il fattore in carenza.

Al livello P_0 la dose ottima di azoto è la N_2; la dose N_3 è da ritenersi pertanto non in equilibrio col livello di qualche altro fattore che impone la limitazione di produzione. Se questo fattore fosse il fosforo un apporto di anidride fosforica alla dose N_3 dovrebbe dare un incremento di produzione. Questo non si è verificato affatto:

N_3 P_0	Q.li/ha	32.2
N_3 P_1	»	31.9
N_3 P_2	»	31.7

Perciò: alla dose N_2, la dose P_0 (anidride fosforica di dotazione) è ancora sufficiente; alla dose N_3, la dose P_0 non è da ritenersi limitante.

Tale andamento delle produzioni (alla dose N_3) ammette almeno due intepretazioni:

1) la limitazione nella produzione deve essere attribuita ad uno o più altri fattori. In tal caso (dose N_3) l'apporto di fosforo (qualora l'anidride fosforica aggiunta rimanesse tutta disponibile per le colture) provocherebbe uno squilibrio per eccesso di anidride fosforica, eccesso che dovrebbe farsi sentire non sulla produzione, giacchè questa sarebbe limitata da un altro fattore, ma sul contenuto percentuale nelle parti vegetative delle piante e sulla asportazione totale della coltura (*) con una maggiore quantità di anidride fosforica « assimilata » dalla coltura. Questa condizione come sarà più avanti accennato, non si è verificata;

2) l'anidride fosforica aggiunta al terreno viene « fissata » da questo e non va, almeno per la massima parte, a disposizione della coltura. Si innesta qui un complesso di altre indagini facenti capo allo scopo principale di questa prova — cui si è fatto cenno all'inizio della presente nota — e costituenti uno studio che viene illustrato in altra trattazione.

(*) Cfr. DEMOLON A.: *Croissance des végétaux*. Ed. Dunod, Paris, 160, 1934.

EFFETTO DELLA CONCIMAZIONE AZOTATA E FOSFORICA SULLA PRODUZIONE DI SOSTANZA SECCA E SU ALCUNE CARATTERISTICHE DELLE PIANTE E DELLE CARIOSSIDI

Per lo studio dell'effetto della concimazione azotata e fosfatica sulla produzione di sostanza secca, su alcune caratteristiche delle piante e delle cariossidi vennero prese in considerazione le tesi **3**, **10** e **12** corrispondenti ai trattamenti: **3** N_0P_2 (dose minima di azoto, dose massima di fosforo); **10** N_{3m} P_0 (dose massima di azoto, dose minima di fosforo); **12** N_{3m} P_2 (dose massima di azoto, dose massima di fosforo).

Dal confronto, a due a due, di quelle tesi è possibile valutare:

— l'effetto della dose massima di azoto in presenza della dose massima di fosforo (N_3P_2 — N_0P_2);

— l'effetto della dose massima di fosforo in presenza della dose massima di azoto (N_3P_2 — N_3P_0).

Campionamento. - Alla mietitura sono stati prelevati sulle parcelle di ciascun trattamento (nei due blocchi centrali) una ventina di ciuffi di piante presi qua e là a caso su tutta la superficie parcellare. Per ogni parcella vennero prelevate 400-500 piante intere (quindi un migliaio di piante per ogni trattamento) e di esse vennero separate radici, culmi (con foglie), cariossidi, rachidi, glume e rivestimenti delle cariossidi. Queste parti vennero seccate in stufa a 100° e quindi pesate. Dai pesi vennero determinate le percentuali delle varie parti delle piante di ogni parcella e riferite poi alle pesate totali di ogni parcella. Le stesse parti sono state poi usate, finemente macinate, per le analisi chimiche.

Coi dati delle pesate, vennero ricostruiti i pesi di:

— spighe, comprendenti cariossidi, rachidi e rivestimenti delle cariossidi (lolle);

— stoppie, comprendenti radici e culmi per 10 cm di lunghezza (pesati a parte);

— paglia, comprendente culmi (meno i 10 cm attribuiti alle stoppie), rachidi e rivestimenti delle cariossidi (lolle).

Produzione di sostanza secca.

Effetto dell'azoto (vedere fig. 5 e prospetto n. 9). L'azoto (dose N_3) ha provocato un incremento di Q.li/ha 25,2 di sostanza secca totale:

$$\frac{12\ N_3P_2}{\text{Q.li/ha } 75.0} - \frac{3\ N_0P_2}{\text{Q.li/ha } 49.8} = \text{Q.li/ha } 25.2$$

Di questi:

Q.li/ha 9.7 (38%) per la granella
Q.li/ha 0.7 (3%) per le stoppie
Q.li/ha 14.9 (59%) per la paglia.

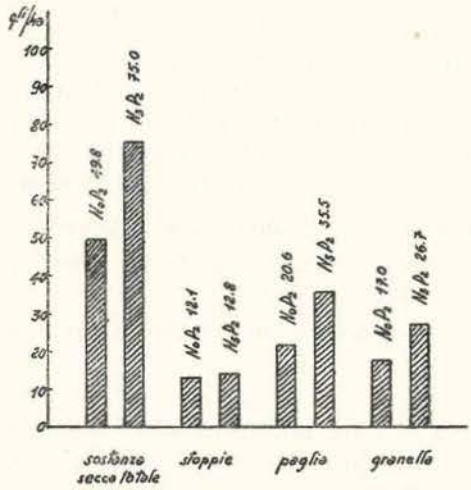

Fig. 5 - Effetto dell'azoto (dosi N_3 - N_0)

Effetto del fosforo (vedere fig. 6 e prospetto n. 9). Il fosforo (dose P_2) avrebbe provocato una diminuzione di Q.li/ha 11.7 di sostanza secca totale:

$$\frac{12\ N_3P_2}{\text{Q.li/ha } 75.0} - \frac{10\ N_3P_0}{\text{Q.li/ha } 86.7} = \text{Q.li/ha } 11.7.$$

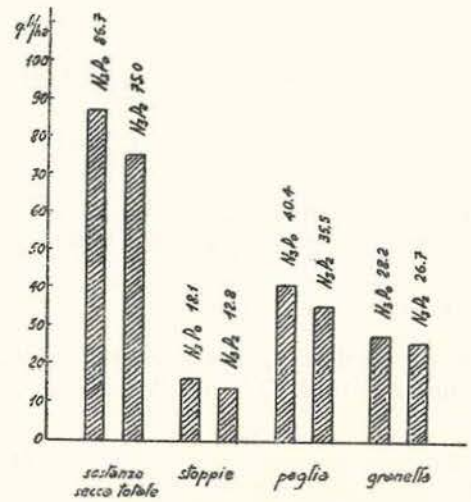

Fig. 6 - Effetto del fosforo (dosi P_2 - P_0)

SOSTANZA SECCA: PRODUZIONI PER ETTARO. PARTI COSTITUTIVE IN % DELLE PIANTE INTERE E IN % DELLE SPIGHE

Tesi	Trattamenti	Quintali per ettaro									In % della pianta intera								In % delle spighe		
		radici	culmi con foglie	rachidi	lolle	cariossidi	pianta intera	stoppie	paglia	spighe	radici	culmi con foglie	rachidi	lolle	cariossidi	stoppie	paglia	spighe	cariossidi	rachidi	lolle
3	N_0 P_2	4.80	23.7	0.8	3.4	17.0	49.8	12.1	20.6	21.3	9.57	47.59	1.77	6.88	34.18	24.22	41.60	42.84	79.81	16.05	4.14
12	N_{sm} P_2	5.30	36.0	1.3	5.6	26.7	75.0	12.8	35.5	33.4	7.32	48.04	1.86	7.31	35.47	17.32	47.21	44.64	79.45	16.37	4.18
10	N_{sm} P_0	7.30	43.5	1.7	5.9	28.2	86.7	18.1	40.4	35.6	8.65	50.22	1.88	6.76	32.49	20.82	46.69	41.13	78.98	16.44	4.58

Di questi:

Q.li/ha 1.5 (13%) per la granella
Q.li/ha 5.3 (45%) per le stoppie
Q.li/ha 4.9 (42%) per la paglia.

Non è possibile valutare statisticamente queste differenze. Si presume però che la diminuzione debba essere considerata casuale e non derivata dalla concimazione fosfatica. In altre parole: l'effetto del fosforo sulla produzione di sostanza secca dovrebbe ritenersi nullo.

Proporzioni fra le varie parti della pianta.

L'aggiunta di azoto si è fatta sentire con un aumento della percentuale dei culmi e delle spighe a scapito delle parti radicali (però anche queste sono aumentate e si considerano in cifra assoluta):

	12 N_3P_2	—	3 N_0P_2		
radici %	7.32	—	9.57	=	— 2.25
culmi %	48.04	—	47.59	=	0.45
spighe %	44.64	—	42.84	=	1.80
	100.00	—	100.00	=	0.00

Le parti epigee hanno avuto cioè un accrescimento maggiore che non le parti ipogee.

Prospetto n. 10

PESI DELLE PARTI COSTITUTIVE DELLE PIANTE RIFERITI AL PESO DELLA GRANELLA

A una parte in peso di granella corrispondono parti in peso di:	3 N_0P_2	10 N_3P_0	12 N_3P_2	media
radici	0.28	0.26	0.20	0.25
culmi (con foglie)	1.39	1.54	1.35	1.43
rachidi	0.05	0.06	0.05	0.05
lolle	0.20	0.21	0.21	0.21
stoppie	0.71	0.64	0.48	0.61
paglia	1.21	1.43	1.33	1.32
spighe	1.25	1.26	1.25	1.25
sostanza totale (pianta intera)	2.92	3.07	2.81	2.93

La concimazione fosfatica avrebbe provocato un incremento nella percentuale delle spighe (parti riproduttive) e una relativa diminuzione nelle percentuali di radici e di culmi (parti vegetative):

	12 N_3P_2	—	10 N_3P_0	
radici %	7.32	—	8.65	= — 1.33
culmi %	48.04	—	50.22	= — 2.18
spighe %	44.64	—	41.13	= 3.51
	100.00	—	100.00	= 0.00

Le parti costitutive delle spighe (rachidi, lolle, cariossidi in % della spiga) (vedi prospetto n. 9) sarebbero rimaste praticamente invariate sia con l'apporto di azoto che con l'apporto di fosforo.

Nel prospetto n. 10 sono riportati i pesi (sostanza secca a 100°) delle varie parti costitutive delle piante raccolte alla mietitura, riferiti al peso della granella (secca a 100°). Così espressi i dati si prestano meglio e facilmente ai calcoli che possono talvolta occorrere nella comune pratica agronomica.

Analisi della produzione.

La variazione della produzione può essere analizzata conoscendo i fattori che sulla variazione possono influire. Essi sono:

a) il peso medio di una spiga;

b) il numero delle spighe per ettaro.

Il peso medio di una spiga è dato dal prodotto del peso medio unitario delle cariossidi (peso medio di 1'000 cariossidi diviso 1'000) per il numero medio delle cariossidi per spiga.

Il numero medio delle spighe per ettaro dipende dal numero medio delle piante per ettaro (investimento) e dal numero medio delle spighe per pianta.

Conoscendo questi fattori la produzione può essere calcolata mediante la formula:

$$A = \frac{(ab) \quad (cd)}{10'000} \qquad (1)$$

in cui:

A = produzione di granella in Q.li/ha;
a = peso medio di 1'000 cariossidi, in grammi;
b = numero medio delle cariossidi per spiga;
c = numero medio delle piante per metro quadrato (investimento);
d = numero medio delle spighe per pianta.

Il tutto va diviso per 10'000 per ottenere A espresso in Q.li/ha.

Ciò premesso, se prendiamo in considerazione le due tesi **3** e **12** (dose minima e massima di azoto), dal confronto delle loro produzioni possiamo analizzare la variazione di produzione dovuta alla sola concimazione azotata.

La produzione media della tesi **3** è stata di Q.li/ha 17.1 (*); la produzione media della tesi **12** è stata di Q.li/ha 26.7 (*). La variazione in più, dovuta alla concimazione azotata, è stata quindi di Q.li/ha 9.6 (26.7 — 17.1).

Conoscendo i fattori:

a^3 = peso medio di 1'000 cariossidi della tesi **3** (**) . . 32.07
a^{12} = peso medio di 1'000 cariossidi della tesi **12** (**) . . 31.73
b^3 = numero medio delle cariossidi per spiga della tesi **3** . 11.5
b^{12} = numero medio delle cariossidi per spiga della tesi **12** 18.7
c^3 = numero medio delle piante per mq della tesi **3** . . . 461
c^{12} = numero medio delle piante per mq della tesi **12** . . . 417
d^3 = numero medio delle spighe per pianta della tesi **3** . 1.01
d^{12} = numero medio delle spighe per pianta della tesi **12** . 1.08

mediante la (1) possiamo rispondere al quesito: in quale misura hanno agito singolarmente i fattori sopraelencati:

Dai dati soprascritti si osserva che:

— due fattori hanno causato una variazione in meno e cioè: peso medio di 1'000 cariossidi ($a^3 = 32.07$; $a^{12} = 31.73$); numero medio delle piante per metro quadrato ($c^3 = 461$; $c^{12} = 417$);

— due fattori hanno causato una variazione in più e cioè: numero medio delle cariossidi per spiga ($b^3 = 11.5$; $b^{12} = 18.7$); numero medio delle spighe per pianta ($d^3 = 1.01$; $d^{12} = 1.08$).

Se i fattori « a » e « c » non fossero stati in diminuzione nella tesi **12** (se cioè $a^3 = a^{12}$; $c^3 = c^{12}$) la produzione della tesi **12** sarebbe stata:

$$A^{12} = \text{Q.li/ha } 29.9 \quad (***).$$

Perciò la produzione reale della tesi **12** (Q.li/ha 26.7) sarebbe dimi-

---

(*) Le cifre riportate rappresentano la media delle produzioni di due ripetizioni (e non di quattro) e precisamente delle due ripetizioni in cui sono stati prelevati i campioni per l'esecuzione dei rilievi di cui a pag. 17 (ossia del blocco 2° e 3°). Le produzioni s'intendono espresse in Q.li/ha di granella secca a 100°. I fattori relativi a pesate sono rilevati e calcolati sulla sostanza secca.

(**) I dati relativi al peso medio di 1000 cariossidi qui riportati non coincidono con quelli del prospetto n. 12 perchè mentre questi ultimi si riferiscono a una media calcolata sulle quattro ripetizioni della prova e con granella contenente il 14% di umidità, quelli invece dei presenti calcoli si riferiscono alle due ripetizioni (2° e 3° blocco) in cui vennero eseguiti i rilievi completi e con granella secca in stufa a 100°.

(***) A^{12} corretto del fattore « a » e del fattore « c » $= \dfrac{(a^3\ b^{12})\ (c^3\ d^{12})}{10'000}$

$$= \frac{(32.07 \times 18.7)\ (461 \times 1.08)}{10:000} = \text{Q.li/ha } 29.9$$

nuita di Q.li/ha 3.2 (29.9 — 26.7) per effetto della diminuzione dei fattori « a » e « c » (precisamente: per la diminuzione di « a »: Q.li/ha 0.3, calo di 1%; per la diminuzione di « c »: Q.li/ha 2,9, calo di 10%).

Nel caso specifico della prova è ovviamente da escludere un'azione diretta della concimazione nella variazione dell'investimento: la diminuzione del numero delle piante nelle parcelle della tesi **3** rispetto alle parcelle della tesi **12** è senza dubbio una variazione casuale che deve rientrare nelle variazioni da cause non controllate costituenti l'errore sperimentale.

La diminuzione di produzione dovuta alla diminuzione del peso medio di 1'000 cariossidi, pur essendo probabilmente da attribuire a un effetto della concimazione è tuttavia di entità trascurabile.

Perciò l'aumento presunto avrebbe dovuto essere di Q.li/ha 12.5 (Q.li/ha 9.6 + 2.9). Ossia: la concimazione azotata avrebbe provocato un aumento di produzione del 73% circa sulla produzione del controllo. Di questo incremento: 9/10 devono essere attribuiti al fattore « numero medio delle cariossidi per spiga » e 1/10 al fattore « numero medio delle spighe per pianta ».

Quanto precede permette di concludere che la concimazione ha causato, nel caso specifico della prova:

— una diminuzione del peso medio di 1'000 cariossidi; tale diminuzione praticamente non ha influito sulla produzione;

— un aumento del numero medio di spighe per pianta; l'aumento è stato di piccola entità (la capacità di accestimento è una caratteristica di razza) e ha influito non molto sull'aumento di produzione;

— un marcato aumento del numero delle cariossidi per spiga ha causato il 90% dell'incremento della produzione.

Prospetto n. 11

	3 N_0O_2	10 $N_{3m}P_0$	12 $N_{3m}P_2$	media
numero medio cariossidi per spiga . . n.	11.5	18.6	18.7	16.3
numero medio piante per mq . . . n.	461	448	417	442
numero medio spighe per mq . . . n.	465	488	450	468
rapporto medio spighe/piante	1.01	1.09	1.08	1.06
peso medio cariossidi per spiga (*) . g.	0.37	0.58	0.59	0.51
peso medio di una spiga (*) . . . g.	0.46	0.73	0.74	0.64

(*) Sostanza secca a 100°.

Il grado di investimento, specialmente per le razze di frumento che hanno scarsa capacità di accestimento, è un fattore molto importante nel determinare notevoli variazioni di produzione. Risulta una volta di più la necessità di tenere nella massima considerazione la fittezza di semina relativamente ai vari fattori (genetici, edafici, climatici, agronomici, ecc.) che possono presumibilmente influire sul grado di investimento finale e quindi sulla produzione.

EFFETTO DELLA CONCIMAZIONE AZOTATA E FOSFORICA SU ALCUNE CARATTERISTICHE DELLE CARIOSSIDI

Sono state prese in considerazione le seguenti caratteristiche:

— peso di 1'000 cariossidi (media di venti pesate per ciascun trattamento; cinque per ogni parcella);

— peso specifico (peso di un ettolitro di granella): per ogni trattamento, media di quattro determinazioni eseguite con una comune bilancia per peso specifico di granella;

— contenuto percentuale in proteina greggia (solamente per le tesi **3** e **12**: effetto della concimazione azotata): media di quattro determinazioni per ciascun trattamento;

— contenuto percentuale in glutine umido e in glutine secco (solamente per le tesi **3** e **12**: effetto della concimazione azotata): media di quattro determinazioni per ciascun trattamento.

I dati sono riportati nel prospetto n. 12.

Prospetto n. 12

PESO DI 1000 CARIOSSIDI, PESO SPECIFICO, CONTENUTO PERCENTUALE IN PROTEINA GREGGIA E IN GLUTINE

	3 $N_0 P_2$	**12** $N_{3m} P_2$	**10** $N_{3m} P_0$
peso 1000 cariossidi . . . g.	38.63 ± 0.12	37.99 ± 0.14	38.31 ± 0.20
peso specifico . . . Kg/hl	76.00 ± 0.48	76.26 ± 0.38	76.25 ± 0.45
proteina greggia (azoto × 6.25) %	12.90 ± 0.50	13.61 ± 0.84	non determ.
glutine umido . . . . %	20.46 ± 1.52	22.38 ± 2.14	non determ.
glutine secco . . . . %	7.06 ± 0.87	8.45 ± 1.77	non determ.

N. B. — Tutti i dati sono riportati a granella contenente il 14% di umidità.

Valutazione degli effetti.

1. - Peso 1:000 cariossidi:

a) effetto della concimazione azotata:

$$\frac{3\ N_0P_2}{38.63 \pm 0.12} - \frac{12\ N_{3m}P_2}{37.99 \pm 0.14} = 6.64 \pm 0.18$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

b) effetto della concimazione fosforica:

$$\frac{10\ N_{3m}P_0}{38.31 \pm 0.20} - \frac{12\ N_{3m}P_2}{37.99 \pm 0.14} = 0.32 \pm 0.24$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

2. - Peso specifico:

a) effetto della concimazione azotata:

$$\frac{3\ N_0P_2}{76.00 \pm 0.48} - \frac{12\ N_{3m}P_2}{76.26 \pm 0.48} = 0.26 \pm 0.61$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

b) effetto della concimazione fosforica:

$$\frac{10\ N_{3m}P_0}{76.25 \pm 0.45} - \frac{12\ N_{3m}P_2}{76.26 \pm 0.38} = 0.01 \pm 0.59$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

3. - Proteina greggia:

effetto della concimazione azotata:

$$\frac{12\ N_{3m}P_2}{13.61 \pm 0.84} - \frac{3\ N_0P_2}{12.90 \pm 0.50} = 0.71 \pm 0.98$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

4. - Glutine umido:

effetto della concimazione azotata:

$$\frac{12\ N_{3m}P_2}{22.38 \pm 2.14} - \frac{3\ N_0P_2}{20.46 \pm 1.52} = 1.92 \pm 2.62$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

5. - Glutine secco:

effetto della concimazione azotata:

$$\frac{12\ N_{3m}P_2}{8.45 \pm 1.77} - \frac{3\ N_0P_2}{7.06 \pm 0.87} = 1.39 \pm 1.97$$

L'effetto è da considerarsi nullo.

Le caratteristiche prese in esame hanno subito, per effetto delle concimazioni, variazioni di lieve entità, statisticamente non significative e da considerarsi perciò nulle.

Nel caso della concimazione azotata si può però osservare, in accordo coi noti reperti di vari ricercatori, una tendenza all'aumento della proteina greggia, del glutine umido e secco e del peso specifico della granella; e a una diminuzione del peso di 1'000 cariossidi.

Effetto della concimazione fosfatica sul contenuto in anidride fosforica delle piante - Asportazioni

La valutazione dell'effetto della concimazione fosfatica sul contenuto in anidride fosforica delle piante è stata eseguita per confronto delle tesi **10** e **12** corrispondenti rispettivamente ai trattamenti N_3P_0 (dose minima di fosforo in presenza della dose massima di azoto) e N_3P_2 (dose massima di fosforo in presenza della dose massima di azoto).

Le determinazioni dell'anidride fosforica vennero eseguite in doppio per ogni trattamento (vedere « *Campionamento* » a pag. 17) separatamente sulle varie parti costitutive delle piante (cariossidi, lolle e rachidi, culmi, radici). La mineralizzazione è stata effettuata per via umida mediante attacco nitro-perclorico (miscela di tre parti di acido nitrico concentrato e due parti di acido perclorico concentrato); la determinazione venne fatta per via ponderale secondo il metodo Lorenz (come fosfomolibdato).

Nel prospetto n. 13 sono indicati, per le due tesi in esame, i contenuti percentuali e le asportazioni di anidride fosforica calcolate per le parti « agrarie » definite a pag. 17 (stoppie, paglia, granella).

Prospetto n. 13

Contenuto e asportazione di anidride fosforica

	10 $N_{3m}P_0$			12 $N_{3m}P_2$		
	produzione di sostanza secca Q.li/ha	P_2O_5 contenuto %	P_2O_5 asportazione Kg/ha	produzione di sostanza secca Q.li/ha	P_2O_5 contenuto %	P_2O_5 asportazione Kg/ha
granella	28.2	0.787	22.19	26.7	0.779	20.79
paglia	40.4	0.216	8.73	35.5	0.228	8.10
stoppie	18.1	0.166	3.02	12.8	0.173	2.21
pianta intera . . .	86.7	0.391	33.94	75.0	0.414	31.10

Dall'esame del prospetto si osserva che:

a) i valori dei dati analitici sono alquanto bassi e tendono ad avvicinarsi ai valori più bassi trovati dai diversi autori per il grano in genere (*);

b) praticamente non si sono verificate sensibili variazioni nè nei contenuti percentuali, nè nelle asportazioni parziali o totali.

Tutto ciò potrebbe far supporre che:

— l'anidride fosforica « assimilabile » di dotazione del terreno di prova sia stata in quantità non elevata (**);

— la disponibilità di anidride fosforica « assimilabile » sia stata uguale per le due tesi (con e senza aggiunta di fosforo) (**).

Considerazioni conclusive

I risultato della prova qui illustrata confermerebbero, nelle linee generali, quelli di altre analoghe prove da noi effettuate, in altre località o in altre annate, sullo stesso tipo di terre ferrettizzate e cioè: effetto molto accentuato delle concimazioni azotate ed effetto molto scarso (e talvolta completamente nullo) della concimazione fosfatica (perfosfato). Nella esecuzione delle concimazioni ci si è attenuti alle modalità comunemente in uso: impiego di concimi polverulenti, distribuzione a spaglio, interramento con erpicature.

Se consideriamo corretta, almeno per la massima parte, l'ipotesi conclusiva — derivata dalla discussione dei risultati per varie vie di indagine — della mancata risposta per effetto dell'alto potere di fissazione del terreno, possiamo osservare che il procedimento di concimazione fosfatica da noi impiegato — e comunemente in uso — non è il più razionale nel caso specifico delle terre ferrettizzate e possiamo ritenere che esso debba essere opportunamente modificato sulla base delle più recenti vedute in tema di concimazione fosfatica (impiego di concimi granulari, distribuzione localizzata, arricchimento con fosfati iposolubili, ecc.).

E su tali fondamenti è stata iniziata una appropriata sperimentazione con colture in pieno campo e in vaso.

(*) Lebrun, Radet citati in Demolon *op. cit.*; Garola, Boussingaul, Joulie citati in Marro M.: *Coltivazione del frumento*. Ed. Utet, Torino; Wolff E. citato in Pratolongo U.: *Chimica vegetale*. Ed. Hoepli, Milano.

(**) Cfr. Demolon *op. cit.*

RIASSUNTO

Vien riferito sui risultati di una prova fattoriale di concimazione fosfoazotata al grano eseguita su un terreno ferrettizzato di scarsa fertilità nella pianura del Medio Friuli.

I trattamenti provati risultarono dalla combinazione di quattro dosi di azoto (N Kg/ha 0, 50, 100, 150) e tre dosi di fosforo (P_2O_5 Kg/ha 0, 100, 200): in totale 12 trattamenti. Le parcelle principali N×P vennero suddivise in parcelle sussidiarie (split-plot) per la valutazione dell'effetto della modalità di distribuzione del concime azotato (parte presemina sotto forma ammoniacale e parte in copertura sotto forma nitrica oppure tutto in copertura sotto forma nitrica). Si ebbero pertanto in prova 21 varianti.

Nei riguardi della produzione di granella, mediante una completa analisi statistica, vien messo in evidenza che:

— la concimazione fosfatica non ha avuto alcun effetto sulla produzione della granella (l'effetto principale del fosforo è risultato nullo);

— l'aggiunta di azoto è stata molto efficace fino alla dose di Kg/ha 100 di azoto (l'effetto principale dell'azoto è stato molto accentuato: la dose massima di azoto (N_3Kg/ha 150) ha dato produzioni equivalenti a quelle della dose N_2 (Kg/ha 100); il 90% dell'incremento della produzione sarebbe dovuto all'aumento del numero delle cariossidi per spiga, il rimanente 10% sarebbe dovuto all'aumento dell'accestimento;

— l'azoto distribuito tutto in copertura (sotto forma nitrica) ha avuto lo stesso effetto dell'azoto distribuito parte presemina (sotto forma ammoniacale) e parte in copertura (sotto forma nitrica).

Dal punto di vista del tornaconto economico:

— tutti i trattamenti contenenti azoto sono risultati statisticamente superiori al controllo;

— i trattamenti contenenti solamente fosforo sono risultati equivalenti al controllo;

— tredici trattamenti N×P sono risultati statisticamente equivalenti al trattamento $N_{2m}P_1$ che ha dato il maggior eccedente di utile.

La concimazione azotata ha provocato degli incrementi nella produzione di sostanza secca totale e un aumento della percentuale dei culmi e delle spighe a scapito delle parti radicali.

L'aggiunta di fosforo ha avuto un effetto nullo sulla produzione di sostanza secca totale; ha provocato un incremento nella percentuale delle spighe e una relativa diminuzione nelle percentuali di radici e di culmi.

Sia la concimazione azotata che quella fosfatica non hanno prodotto alcuna variazione nella percentuale delle parti costitutive (rachidi, lolle, cariossidi) delle spighe.

La concimazione azotata avrebbe causato:

— un aumento del numero medio di cariossidi per spiga, e conseguentemente un aumento del peso medio delle cariossidi per spiga e del peso medio di una spiga;

— un aumento del rapporto medio spighe/piante (accestimento);
— una lievissima diminuzione (non significativa) del peso medio di 1'000 cariossidi;
— leggeri aumenti (non significativi) del peso specifico della granella, del contenuto in proteina greggia della granella, del contenuto in glutine (umido e secco).

La concimazione fosfatica non avrebbe causato nessuna variazione:

— nel numero medio di cariossidi per spiga;
— nel rapporto medio spighe/piante;
— nel peso medio delle cariossidi per spiga;
— nel peso medio di una spiga;
— nel peso medio di 1'000 cariossidi;
— nel peso specifico della granella;
— nei contenuti percentuali di anidride fosforica nelle parti costitutive delle piante;
— nelle asportazioni parziali e totali di anidride fosforica.

ARTI GRAFICHE FRIULANE - 1957 - UDINE - VIA TREPPO 1 - TELEFONO 61-02

Tip. Arti Grafiche Friulane, Via Treppo, 1 - tel. 61-02 - Udine